

УДК 669.015

Леготкин Г. И.
Слепынин А. Г.
Козлов В. И.

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ КОЛЕСНОГО ПРОИЗВОДСТВА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В УКРАИНЕ

Продукцией с высокими потребительскими свойствами являются автотранспортные средства различного назначения. Производство автомобилей в мире непрерывно растет, улучшаются качественные и эксплуатационные их характеристики. Глобальной проблемой их производства является получение автолиста [1–3], колес грузовых и легковых автомобилей [4–5], двигательных установок и т. д.

В Украине, в годы независимости, успешно функционирует и развивается один из крупнейших в Европе и мире Кременчугский колесный завод (КрКЗ), продукция которого востребована не только на отечественном рынке колес, но и за рубежом. Живучесть предприятия, особенно в условиях экономического кризиса, связана с реализацией долгосрочной концепции развития отечественного колесного производства, базирующаяся на передовых достижениях науки и техники. Выявлены, показаны и реализованы на практике общие тенденции развития конструкций колес и технологий, определены и налажены связи с потребителями наукоемкой продукции, в том числе и за рубежом.

Анализ конструкций колес показал общую закономерность, связанную с их металлоемкостью. Развитие во многом становится понятным, если подойти к решению данной проблемы с точки зрения ресурсосбережения. Рассматриваются известные конструкции двигателей с позиций функциональной достаточности и металлоемкости.

Известно [6], что при увеличении веса и момента инерции колес расход топлива возрастает: при установившемся режиме движения по ровной дороге на 0,8 %; при разгоне автомобиля на – 4,5 %. С одной стороны, существует необходимость снижения массы колес при эксплуатации, а с другой – техническая и экономическая целесообразность, связанная с уменьшением нормы расхода металла на единицу изделия, т.е. на одно колесо.

Целью работы является разработка концепции развития колесного производства автотранспортных средств в Украине.

В настоящее время эксплуатируются грузовые колеса 2-ух типов разъемные и неразъемные (рис. 1).

Анализ, проведенный в работе [6], показывает, что при создании новых конструкций ободьев колес, уменьшение их веса достигается за счет многих факторов: использование в конструкциях колес с регулируемым давлением в шине обода с тороидальными полками, снижение расхода проката при производстве дисковых колес и их креплений; применение бездисковых колес, использование широкопрофильных ободьев, новых конструкционных материалов; устранение взаимного перекрытия деталей обода, совершенствование распределения металла по сечению профиля и т.д.

Снижение расхода металлопроката в производстве колес для шин с регулируемым давлением. Эти колеса имеют один из самых низких показателей удельной грузоподъемности. Колесо включает в себя обод, состоящий из двух частей, с 5^0 коническими посадочными полками, диск и распорное кольцо, необходимое для удержания бортов шины на полках. Колесо такой конструкции характеризуется большим весом. В конструкции обода с тороидальной посадочной полкой [7] отсутствует распорное кольцо, а надежная посадка шины осуществляется за счет увеличенного радиального натяга на тороидальную посадочную полку (рис. 2).

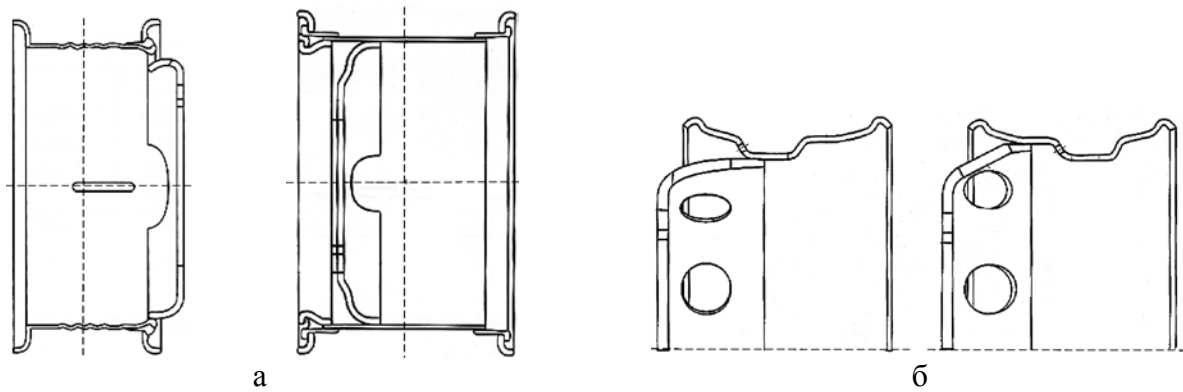


Рис. 1. Разъемные (а) и неразъемные колеса (б) грузовых автомобилей

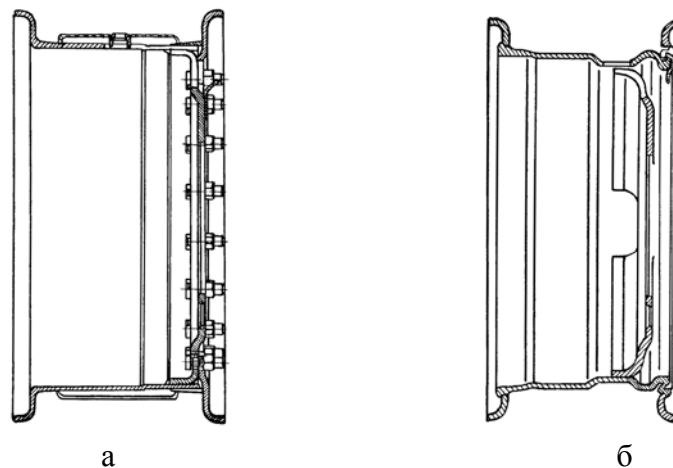


Рис. 2. Колесо для шин с регулируемым давлением:

а – обод колеса с распорным кольцом; б – обод колеса с тороидальными полками

Увеличение радиального натяга на посадочной полке, позволяет отказаться от сложного крепления бортов шины. Кроме распорного кольца ликвидируется съемная бортовая закраина, фиксируемая большим количеством болтовых соединений. Упрощение конструкции колеса обеспечивает значительное уменьшение массы.

Снижение расхода проката в производстве дисковых колес и их креплений. Диск является самой недолговечной деталью колеса. В прошлом, все колеса имели круглый диск, приваренный к цилиндрической обечайке обода сплошным кольцевым швом. Периферийная часть имела утонения по сравнению с центральной, что достигалось раскаткой диска в нагретом и холодном состоянии. В дальнейшем предполагается использовать, низколегированные марки стали для их изготовления. Важным резервом экономии металла и увеличения прочностных характеристик дисков является совершенствование крепления сдвоенных дисков. Внутренний и наружный диск центрируются и закрепляются колпачковой и наружной гайками. Однако в практике мирового автомобилестроения преобладающее распространение получили способы крепления, при которых оба диска закрепляются одними наружными гайками. Уменьшение деталей крепежа снижает металлоемкость всей конструкции.

Снижение расхода металлопроката за счет применения бездисковых колес. Коэффициент прочности у бездисковых колес почти в два раза выше, чем у дисковых колес. Диск является наиболее недолговечной деталью колеса, а при его разрушении выбрасывается, как правило, и не выходящий из строя обод. При переходе на изготовление бездисковых колес, прочностные характеристики которых значительно выше, в колесном производстве отмечается значительная экономия металла.

Экономия металлопроката за счет применения широкопрофильных колес. Основной эффект здесь отмечается при замене сдвоенных колес под ту же нагрузку. Многокомпонентные разборные колеса признаны в данном случае бесперспективными и повсеместно вытес-

няются колесами с 15^0 -ными коническими посадочными полками (рис. 3). Масса сдвоенного колеса значительно больше широкопрофильного. При этом уменьшается удельная нагрузка на шину и дорогу, что снижает их износ.

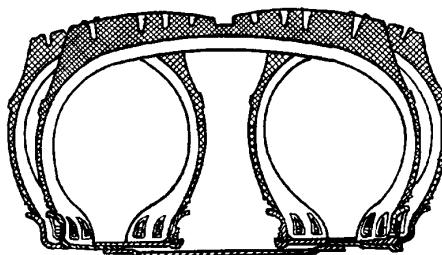


Рис.3. Широкопрофильные конструкции колес

Применение новых конструкционных материалов в колесном производстве. В настоящее время в колесном производстве стран СНГ применяются, в основном четыре марки стали: сталь 08 кп – для ободов легковых автомобилей, тракторов и сельхозмашин; сталь 15 кп – для ободов колес грузовых автомобилей и всех дисков; сталь 45 – для замочных колец; сталь 20 – для бортовых колец и прочих деталей.

Исследования химического состава сталей показали, что для ободьев колес целесообразно применять кипящие марки сталей, по содержанию углерода и кремния аналогичные сталям 10 кп и 15 кп, но имеющие повышенное содержание марганца (0,63 %), а по небольшому содержанию серы и фосфора относящиеся к высококачественным сталям, [1, 8]. В автомобильной промышленности находят широкое применение стали, обладающие высокой пластичностью и прочностью, которые легко деформируются в производственных условиях. Новые низколегированные стали позволяют поднять качество изготавливаемых колес. С одной стороны, обеспечить снижение металлоемкости колеса при тех же прочностных характеристиках, с другой, увеличить прочностные параметры, нагрузку, при сохранении металлоемкости изделия.

Устранение взаимного перекрытия деталей колеса. На рис. 4, а показан четырехкомпонентный обод с ровной в поперечном сечении обечайкой. Все элементы профиля выполнены с перекрытием деталей. Кроме этого, отсутствие посадочных полок, значительно ухудшает эксплуатационные параметры колеса. При значительных нагрузках, обод может проворачиваться относительно шины, усиливая ее износ. Увеличена масса центрального слабо нагруженного элемента обода, что утяжеляет колесо.

У трехкомпонентного обода (рис.4, б) в замочной части основание на всей ширине посадочной полки перекрыто замочным кольцом, а выступ замочного кольца перекрывается бортовым. Такие перекрытия, не повышая прочности, увеличивают металлоемкость колеса.

Эффективным решением, исключая перекрытие деталей колеса, является снижение компонентности обода. Замена трехкомпонентного обода двухкомпонентным уменьшает перекрытие деталей колеса, снижает металлоемкость (рис. 4, в). Применяются колеса с ободом однокомпонентной конструкции, которые полностью исключают взаимное перекрытие, улучшают эксплуатационные характеристики колеса, снижают массу.

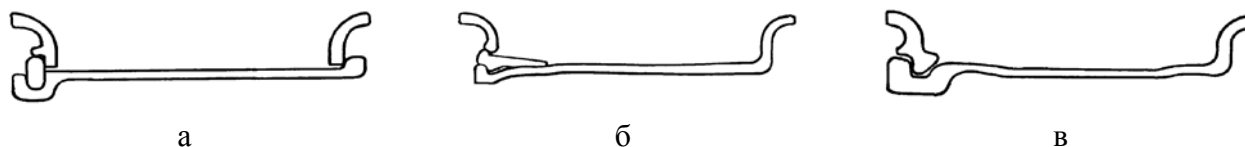


Рис. 4.Ободья колес разной компонентности:

а – обод колеса PW-202; б – трехкомпонентный обод; в – двухкомпонентный обод

Совершенствование распределения металла по сечению профиля обода. В этом случае необходимо знать силовое взаимодействие шины с ободом, напряженное состояние обода колеса [9]. Сжатый в шине воздух воздействует на среднюю часть, вызывает в ней появление

кольцевых напряжений, а через борта шины – поперечных. Поперечные и кольцевые напряжения по сечению обода распределены крайне неравномерно. В области перехода бортовой закраины в посадочную полку они достигают максимальных значений, а в центральной части обода – минимальных. Напряжения в этом элементе имеют противоположные знаки. Существует возможность перераспределения металла по сечению профиля, т.е. создания равнопрочного обода. В элементах минимальных внутренних нагрузок количество металла должно быть меньше, чем в зонах большего нагружения. Данный подход можно использовать при разработке новых конструкций горячекатаных профилей сниженной металлоемкости. На рис. 5 представлены профили для оснований ободов разной компонентности и конфигурации, в том числе центральной части. Трехкомпонентный обод вместо четырехкомпонентного объединяет два элемента профиля в один, что уменьшает массу за счет ликвидации запорной бортовой части. Центральная зона профиля имеет постоянную толщину.



Рис. 5. Горячекатаные профили ободьев колес грузовых автомобилей

Профиль обода с утоненной центральной зоной позволяет экономить металл за счет толщины. В зоне меньшего нагружения обода снижается количество материала. Проявляется стремление к созданию равнопрочного обода. В этом же направлении рассматривается конструкция горячекатаного профиля обода с волнообразной формой нижней поверхности центральной части. Существует возможность дальнейшего снижения массы обода. В последней конструкции показаны варианты нестандартного утонения полотна за счет выемок. Это способствовало улучшению технологичности профиля при прокатке, сохраняя на необходимом уровне его температуру.

Из приведенного анализа следует, что развитие конструкций колес разного назначения сводится к одному практическому результату – снижению массы. Данный фактор является своеобразным критерием функциональных возможностей, которые заложены конструкцией колеса. В этом же направлении идет развитие конструкций колес и за рубежом.

Данная концепция была положена в основу развития колесного производства в Украине. Внедрялись в производство колеса двойной технической направленности, обеспечивающие надежные эксплуатационные возможности и минимальную металлоемкость. Совместно с ЦКТБ КП (г. Челябинск), НМетАУ (ДМетИ) (г. Днепропетровск), УкрНИИМет (г. Харьков), ЗНТУ (г. Запорожье) были разработаны новые конструкции ободов колес сниженной металлоемкости для грузовых автомобилей [10–13]. Особенностью этих конструкций явилось то, что они учитывали технологические особенности прокатки с использованием эффектов пластического формоизменения [4, 5, 14]. Воздействие на процесс формоизменения тонкостенной части меняет форму профиля (рис. 6, рис. 7).



Рис. 6. Чистой и предчистой шаблоны при прокатке обода с центральной волнообразной частью



Рис. 7. Чистой и предчистой шаблоны при прокатке обода с «раскатной волной»

На рис. 8, рис. 9 представлены рабочие чертежи профилей ободов колес грузовых автомобилей сниженной металлоемкости [10].

Появление в центральной части волнообразной формы является технологическим приемом. Выемки на верхней и нижней поверхностях в данной зоне профиля уменьшают массу горячекатаного изделия без потери его технологичности.

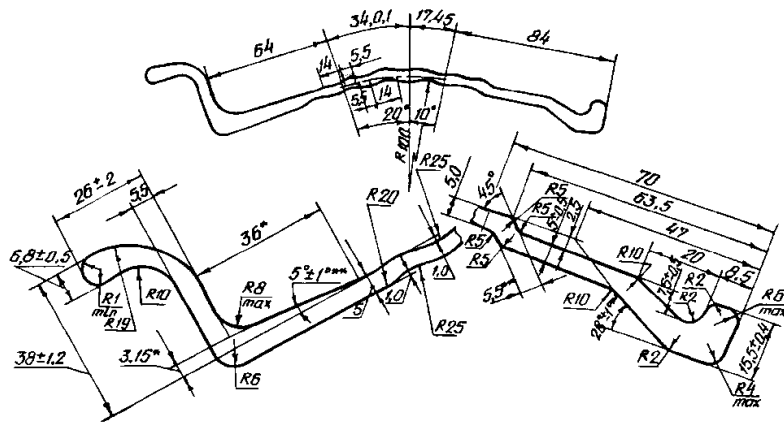


Рис. 8. Рабочий чертеж профиля 7.0-20-03

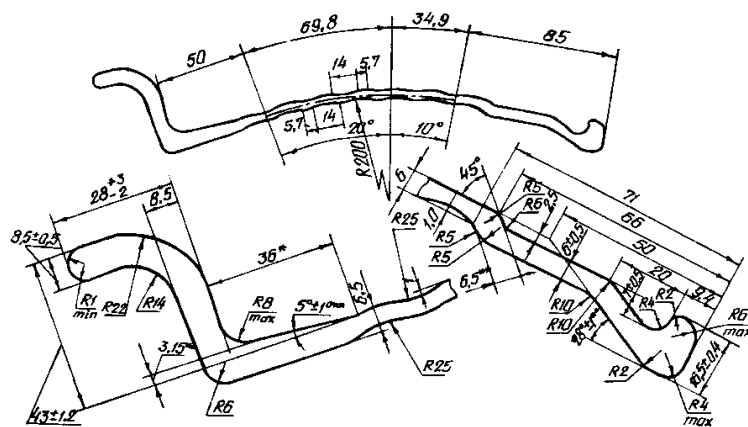


Рис. 9. Рабочий чертеж профиля 8.5B-20-03

На рис. 10 показана конструкция обода сниженной металлоемкости особотонкостенного профиля 7.0-20-05. Минимальная толщина центральной части этого профиля 4 мм. Однако эксплуатационные возможности позволяют дальнейшее снижение толщины в этой зоне.

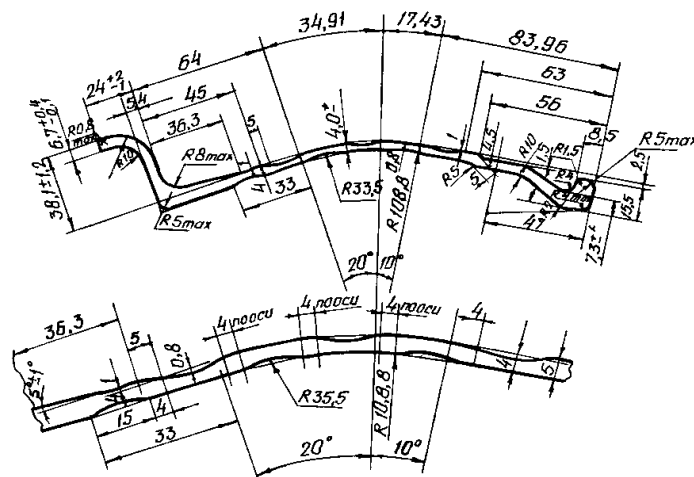


Рис. 10. Рабочий чертеж профиля 7.0-20-05

Используется волнообразная форма полотна с участками постоянной толщины [12]. При незначительной высоте выемки 0,8 мм, условие равнопрочности обода обеспечивает надежные прочностные характеристики при сохранении высоких технологических возможностей.

Другим решением получения особотонкостенных профилей для ободов грузовых колес является развития темы с волнообразной центральной частью, но другими параметрами «синусоиды» (рис.11) [11].

В соответствии с общей концепцией развития на Кременчугском колесном заводе постепенно изменяется сортамент. Впервые в Украине освоен однокомпонентный обод с крутыми 15° посадочными полками (рис. 17).

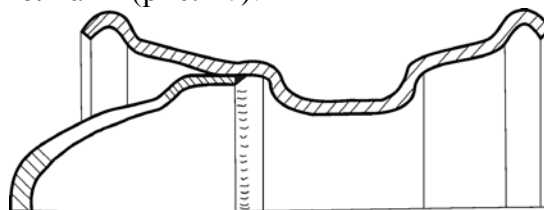


Рис. 17. Конструкция обода грузового колеса однокомпонентной конструкции для бескамерных шин

Сопоставление конструкций ободов двух систем показывает, что за счет уменьшения компонентности и перекрытия деталей колеса, уменьшения расхода резины и металлокордовой проволоки, материалоемкость обода и колеса в целом меньше материалоемкости обода и колеса трехкомпонентной конструкции (рис. 18).

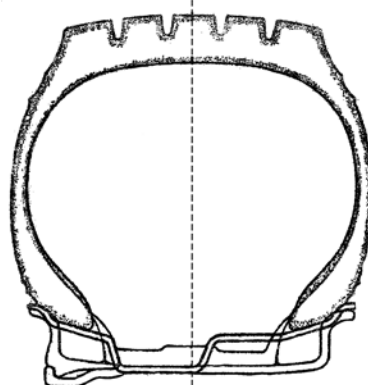


Рис. 18. Сопоставление диаметров ободов двух систем

Постепенное освоение и внедрение в производство не только в Украине, но и на территории бывшего Советского Союза, в дальнем зарубежье перечисленных выше разработок позволило заводу в экстремальных условиях экономического кризиса добиться востребованности заказов и высокой эффективности производства.

ВЫВОДЫ

1. На основании анализа конструкций колес грузовых автомобилей определена тенденция развития колесного производства в Украине, связанная с его материалоемкостью.
2. На базе представленных результатов разработана концепция развития колесного производства в Украине, характеризуемая конструкциями двойной направленности, включая колеса сниженной материалоемкости.
3. Результаты деятельности колесного завода показывают, что на протяжении последних десятилетий разработанная концепция полностью себя оправдала. Это обеспечило надежный сбыт продукции, стабилизировало производство.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поживанов М. А. *Выплавка стали для автолиста* / М. А. Поживанов, Е. Х. Шахпазов, А. Г. Свяжин. – Итерконтакт Наука, 2006. – 165 с.
2. Бхаташария Д. *Международный семинар «Современные достижения в металлургии и технологии производства сталей для автомобильной промышленности»*. – М. : Металлургиздат, 2004. – С. 71–83.
3. *Новости черной металлургии за рубежом* / Т. Секута [и др.]. – 2004. – № 4. – С. 63–68.
4. *Современное производство колес автотранспортных средств и сельскохозяйственной техники* / В. В. Чигиринский [и др.]. – Днепрпетровск : РВА «Дніпро-ВАЛ», 2010. – 309 с.

5. Производство тонкостенного проката специального назначения / В. В. Чигиринский [и др.]. – Запорожье: «Акцент ИТ–ВАЛПИС», 2014. – 295 с.
6. Глинка А. А. Основные пути экономии металлопроката в производстве автомобильных колес / А. А. Глинка, О. Д. Гостев, М. Д. Немтинов // Труды НАМИ «Новые конструкционные материалы». – М., 1978. – Вып. 169. – С. 3–22.
7. Савельев Г. В. Автомобильные колеса / Г. В. Савельев. – М. : Машиностроение, 1983. – 151 с.
8. Курец Е. В. Ежегодный доклад. Новые материалы, используемые для производства колес. Тема 26-26.81. Центральное конструкторско-технологическое бюро колесного производства (ЦКТБ КП). – Челябинск, 1981. – 16 с.
9. Автотракторные колеса : справочник / под общ. ред. И. В. Балабина. – М. : Машиностроение, 1985. – 272 с.
10. А. с. 1136863 СССР, МКИ В60 В 21/00. Обод колеса для пневматической шины / В. В. Чигиринский [и др.] (СССР). – № 3554045; заявл. 11.02.83; опубл. 30.01.85; Бюл. №4.
11. А. с. 1435330 СССР, МКИ В60 В 1/08. Горячекатаный профиль для обода пневматических шин / В. В. Чигиринский [и др.] (СССР). – № 4218605; заявл. 08.01.87; опубл. 07.11.88; Бюл. №41.
12. А. с. 1555145 СССР, МКИ В60 В 1/08. Основание обода колеса / В. В. Чигиринский [и др.] (СССР). – № 4361124; заявл. 05.01.88; опубл. 07.04.90; Бюл. №13.
13. А. с. 1530491 СССР, МКИ В60 В 1/08. Обод колеса пневматической шины / В. В. Чигиринский [и др.] (СССР). – № 4309365; заявл. 03.08.87; опубл. 23.12.89, Бюл. № 47.
14. Чигиринский В. В. Производство высокоэффективного металлопроката / В. В. Чигиринский [и др.] – Днепропетровск : «Дніпро-ВАЛ», 2006. – 265 с., с ил.

REFERENCES

1. Pozhivanov M. A. Vyplavka stali dlja avtolista / M. A. Pozhivanov, E. H. Shahpazov, A. G. Svjazhin. – Iternkontakt Nauka, 2006. – 165 s.
2. Bhatasharija D. Mezhdunarodnyj seminar «Sovremennye dostizhenija v metallurgii i tehnologii proizvodstva stalej dlja avtomobil'noj promyshlennosti». – М. : Metallurgizdat, 2004. – S. 71–83.
3. Novosti chernoj metallurgii za rubezhom / T. Sekuta [i dr.]. – 2004. – № 4. –S. 63–68.
4. Sovremennoe proizvodstvo koles avtotransportnyh sredstv i sel'skohozjajstvennoj tehniki / V. V. Chigirinskij [i dr.]. – Dnepropetrovsk : RVA «Dnipro-VAL», 2010. – 309 s.
5. Proizvodstvo tonkostennogo prokata special'nogo naznachenija / V. V. Chigirinskij [i dr.]. – Zaporozh'e : «Akcent IT–VALPIS», 2014. – 295 s.
6. Glinka A. A. Osnovnye puti jekonomii metalloprokata v proizvodstve avtomobil'nyh koles / A. A. Glinka, O. D. Gostev, M. D. Nemtinov // Trudy NAMI «Novye konstrukcionnye materialy». – М., 1978. – Вып. 169. – S. 3–22.
7. Savel'ev G. V. Avtomobil'nye kolesa / G. V. Savel'ev. – М. : Mashinostroenie, 1983. – 151 s.
8. Kurec E. V. Ezhegodnyj doklad. Novye materialy, ispol'zuemye dlja proizvodstva koles. Tema 26-26.81. Central'noe konstruktorsko-tehnologicheskoe bjuro kolesnogo proizvodstva (CKTB KP). – Cheljabinsk, 1981. – 16 s.
9. Avtotraktornye kolesa : spravochnik / pod obshh. red. I. V. Balabina. – М. : Mashinostroenie, 1985. – 272 s.
10. А. с. 1136863 SSSR, МКИ V60 V 21/00. Обод колеса для пневматической шины / V. V. Chigirinskij [i dr.] (SSSR). – № 3554045; zajavl. 11.02.83; opubl. 30.01.85; Bjul. №4.
11. А. с. 1435330 SSSR, МКИ V60 V 1/08. Gorjachekatanyj profil' dlja oboda pnevmaticheskikh shin / V. V. Chigirinskij [i dr.] (SSSR). – № 4218605; zajavl. 08.01.87; opubl. 07.11.88; Bjul. №41.
12. А. с. 1555145 SSSR, МКИ V60 V 1/08. Osnovanie oboda kolesa / V. V. Chigirinskij [i dr.] (SSSR). – № 4361124; zajavl. 05.01.88; opubl. 07.04.90; Bjul. №13.
13. А. с. 1530491 SSSR, МКИ V60 V 1/08. Obod kolesa pnevmaticheskoi shiny / V. V. Chigirinskij [i dr.] (SSSR). – № 4309365; zajavl. 03.08.87; opubl. 23.12.89, Bjul. № 47.
14. Chigirinskij V. V. Proizvodstvo vysokojeffektivnogo metalloprokata / V. V. Chigirinskij [i dr.] – Dnepropetrovsk : «Dnipro-VAL», 2006. – 265 s., s il.

Леготкин Г. И. – председатель наблюдательного совета КрКЗ;

Слепынин А. Г. – зам. председателя наблюдательного совета КрКЗ;

Козлов В. И. – гл. конструктор, зам. техн. директора КрКЗ;

КрКЗ – Кременчугский колесный завод, г. Кременчуг;

ЗНТУ – Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье.

E-mail: valerij@zntu.edu.ua

Статья поступила в редакцию 11.09.2015